

《数学模型在生态学的应用及研究》 ——一套科研案头必不可少的参考书

冯海燕

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 60041)

我们知道, 数学是研究数量、结构、变化以及空间模型等概念的一门学科。产生于计数、计算、量度和对物体形状及运动的观察中, 并透过抽象化和逻辑推理而得到使用。随着数学应用的产生和发展, 当我们将数学的概念加以拓展, 或者说将数学作为一种结果量化的工具, 运用数学的思维方法, 便可以公式化新的猜想或者从合适选定的公理及定义中建立起或推导出一系列的严谨答案。如今, 数学正被越来越多地使用在世界不同的领域上, 包括地学、生物、经济、工程、医学等。并由此激起新的发现, 导致全新学科的发展。

生态数学模型, 就是通过数学模型, 阐述生态系统的基本过程和动力学机制。其特点是综合考虑各种生态因子的影响, 定量化描述生态过程, 阐明生态机制和规律, 同时模拟和预测自然发展状况, 用数学的语言和视角来阐述我们赖以生存的生态环境。生态数学模型, 不仅可以充分展示生态系统的演化过程也可以预测自然资源可持续利用。

从 2008 年起到 2010 年, 海洋出版社连续三年间, 出版了《数学模型在生态学的应用及研究》这套系列丛书。此套系列丛书, 一共 9 册, 600 万字, 集合了 1000 多个应用在生态学不同领域的数学模型, 例如地理、地貌、水文和水动力, 以及环境变化、生物变化和生态变化等。通过背景—公式—意义, 这一非常明了的叙述方式, 对这 1000 多个数学模型分别进行了系统归纳总结。详细阐述了各具体数学模型建立的背景, 数学模型的组成结构, 以及其应用的实际意义, 同时介绍了各数学模型的特点和功能以及注意事项。比如营养状态质量指数法计算公式、生态服务价值估算、鱼类视网膜指数、孢粉绝对含量、污染物的转移及界面交换、海洋动能环境质量评价模型、信息量指标的计算方法、 $\rightarrow Q$ 矢量分析理论和相关计算方法、重力式网箱浮架系统模型、海区 m^2 分潮变化成因数值模型、带缆遥控潜水器 (TROV) 系统空间运动模型、比例边界有限元法的数学模型、环境载荷计算公式、磁流变阻尼器控制技术等等, 在特定的生态范畴内的应用。

从这 1000 多个数学模型的系统归纳和总结中, 我们不难发现, 生态数学模型的功能建造以及模型的尝试, 有助于精确判定所缺乏的知识和数据, 对于

生物和环境等面临的诸多问题可以获得进一步的了解; 生态数学模型的建立过程, 能产生新的想法和实验方法, 并缩减实验的数量; 对选择假设有所取舍, 有助于完善实验设计。与传统的方法相比, 生态数学模型能更好地使用越来越精确的数据, 将生态的不同方面的材料集中在一起, 得出统一的概念。

然而, 任何数学模型都有其局限性, 他必须在适用的范围内, 比如时间尺度、空间尺度、参数范围等。不能用某个月个别发生的生态现象来测定 1 年跨度的调查数据所做的模型; 也不能用特殊状态下发生的状况来解释经常发生的一般现象。另外, 模型的形式也非常重要, 他以揭示内在的性质和本质的规律, 来解释生态现象的机制和生态环境的内在联系, 因而, 模型的形式比参数更重要, 因为参数仅仅是尺度、大小、范围而已。再有就是模型的可靠性, 他必须建立在可靠的有效的实测数据基础上, 才能有助于说明实际问题。这套系列丛书通过 1000 多个具体实例, 阐述数学模型在生态学的应用和研究, 以及定量化地展示生态系统中环境因子和生物因子的变化过程, 揭示了生态系统的规律和机制以及其稳定性、连续性的变化, 体现了生态数学模型在生态系统中发挥巨大作用。

通过这套系列丛书, 可以了解生态数学模型的应用、发展和研究的过程, 分析不同领域、不同学科的各种各样生态数学模型, 探索采取何种数学模型应用于何种生态领域的研究, 掌握建立数学模型的方法和技巧。此外这套系列丛书还有助于我们加深对生态系统的量理解, 培养定量化研究生态系统的思维, 有助于我们促进自然资源环境的开发利用与保护, 推进生态经济的健康发展, 加强生态保护和环境回复。生态数学模型所体现的描述与定量处理之间的关系, 可以使研究展进入更深层次, 开创新的领域。《数学模型在生态学的应用及研究》这套丛书告诉我们, 如何以数学为工具, 以生物学为基础, 以物理化学地质为辅助来探讨生态现象、生态环境、生态过程。适合气象学、地质学、海洋学、环境学、生物学、生物地球化学、生态学、陆地生态学、海洋生态学和海湾生态学等有关领域的科学工作者、相关学科的专家和高等院校师生阅读和教学参考。